

# LA NATURALEZA EPISTEMOLÓGICA DE LOS CONCEPTOS CIENTÍFICOS EN LIBROS DE TEXTOS DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Cristina Wainmaier

*Universidad Nacional de Quilmes, Argentina*

Alicia Wolhein

*Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina*

**RESUMEN:** Este trabajo propone indagar cómo se posicionan acerca de la naturaleza epistemológica de los conceptos científicos fácticos cinco libros de Física utilizados en la educación secundaria de Argentina. Los resultados de este estudio exploratorio muestran que prácticamente la totalidad del material analizado presenta limitaciones vinculadas con la naturaleza de los conceptos científicos.

**PALABRAS CLAVE:** naturaleza epistemológica conceptos, libros de texto, Física. educación secundaria.

**OBJETIVOS:** Reconociendo a los libros de texto como un material curricular de mucha influencia en el aula de ciencias, nos interesamos por indagar en libros de texto de Física aspectos vinculados con la naturaleza epistemológica de los conceptos, a fin de aportar al proceso de enseñanza y de aprendizaje de la Física.

## MARCO TEÓRICO

La naturaleza de la ciencia viene recibiendo una atención prioritaria en la educación científica y en la investigación educativa en ciencias. Diversos trabajos muestran que el conocimiento en este campo influye en el aprendizaje. En este contexto recibe fuerte apoyo la hipótesis que sostiene la conexión entre epistemología y aprendizaje científico (Piaget y García, 1982; Solaz-Portolés, 2008), en una mirada que integra otros aspectos también significativos, como las concepciones alternativas, los modos de razonar, los procedimientos inadecuados, etc., de los estudiantes (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Campanario y Otero, 2000). La conexión entre epistemología y enseñanza también ha sido objeto de atención en la investigación (Rodríguez Pineda y López y Mota, 2005), en un reconocimiento a la importancia que tienen las concepciones epistemológicas y de aprendizaje de profesores (Porlán et al., 1998).

Venimos realizando estudios vinculados con la comprensión de estudiantes y docentes sobre la naturaleza epistemológica de los conceptos y las relaciones entre los conceptos de la mecánica newtoniana (Wainmaier, et al. 2011, Wainmaier et al. 2014).

Reconociendo a los libros de texto como material curricular de mucha influencia en el aula de ciencias (Perales, 2006) consideramos interesante investigar aspectos como los citados, en los libros de

texto. Sumamos a nuestro interés el reconocimiento de los complejos procesos de transformación que sufren los contenidos a enseñar, sintetizados en la idea de transposición didáctica.

En este trabajo, que conforma un estudio más amplio, presentamos aspectos relacionados con la naturaleza epistemológica de los conceptos científicos en textos de la educación secundaria que tratan la mecánica newtoniana.

Existen numerosos estudios sobre la naturaleza de las ciencias en libros de texto (Solaz –Portolés, 2010), no hemos encontrado antecedentes sobre el tema en cuestión.

En otro trabajo (Wainmaier et al. 2011) caracterizamos aspectos de la naturaleza epistemológica de los conceptos científicos que hemos utilizado como referentes y que no desarrollamos por cuestiones de espacio. Dichos aspectos están fundamentados en aportes de Bunge (1980); se reconocen contribuciones desde otras perspectivas epistemológicas (Wainmaier et al. 2014).

## MARCO METODOLÓGICO

Este trabajo puede encuadrarse dentro de un estudio exploratorio. El enfoque elegido es cualitativo y la técnica utilizada se encuadra dentro del análisis de contenido.

Los cinco libros de textos (L1, L2, L3, L4, L5) que conformaron el referente empírico de análisis fueron elegidos considerando los resultados de una encuesta suministrada a docentes en ejercicio. Se tuvo en cuenta además que fuera material que suele llegar regularmente a las escuelas secundarias de la Pcia. de Buenos Aires (Argentina), ya sea por vía de un acuerdo con la editorial o por distribución gratuita realizada por el Estado. Los libros seleccionados pertenecen a las Editoriales: Tinta Fresca, Puerto de Palos, Santillana (dos textos) y Pearson, Adisson Wesley.

Las categorías para definir aspectos vinculados con la naturaleza epistemológica de los conceptos científicos fueron elaboradas a priori, fundamentalmente a partir de resultados previos (Wainmaier, et al. 2011). Presentamos resultados que surgen de indagar si los libros:

- refieren características relevantes de los conceptos científicos (tal como la economía, precisión, fecundidad, carácter cambiante en el tiempo);
- dan cuenta de la dependencia del significado de los conceptos con el contexto;
- conciben a los conceptos científicos como creaciones que trascienden los hechos.

Para tratar la información se elaboraron archivos digitalizados de los libros (capítulos de cinemática, dinámica y apartados sobre la naturaleza de la ciencia). Recursos informáticos permitieron captura de imágenes, la inscripción de categorías y comentarios.

## RESULTADOS

La Tabla 1 sintetiza los resultados que pasamos a analizar brevemente, brindando ejemplos ilustrativos.

Tabla 1.  
Naturaleza epistemológica de los conceptos científicos fácticos: aspectos relevados

Texto	CONCEPTOS					
	Características	Dependencia del contexto			Vínculo conceptos – “realidad”	
		Diferencia significado científico/cotidiano	NO diferencia significado científico/cotidiano		No están en naturaleza	Están en la naturaleza
			Asimilación	Indiferenciación		
L1			X	X		X
L2	X	X			X	
L3	X	X				X
L4	X	X	X	X		X
L5	X		X	X		X

### Características distintivas de los conceptos científicos fácticos

Se advierte que algunos libros de texto hacen referencias a características de los conceptos científicos, tales como la precisión (L2, L3 y L4). La alusión es breve; aparece a lo largo del desarrollo de temas específicos y se hace siempre relacionando la característica con algún concepto -como fuerza, velocidad, aceleración- y no considerando que la precisión es una característica deseable que abarca a todas las conceptualizaciones del campo de la Física, ni aludiendo al por qué de ésta característica. Son menos las referencias a la economía de conceptos (L3, L4). Están ausentes ideas vinculadas al carácter fecundo o al hecho de que los conceptos atraviesan estados de evolución.

### Dependencia del significado de los conceptos con el contexto al que pertenecen

Se observa que en algunos libros se presentan unos pocos párrafos donde se señala, para algún concepto en particular, que el significado en el ámbito de la Física es diferente al asignado en la vida cotidiana (L2, L3, L4). Por ejemplo:

En el lenguaje cotidiano, acelerar solamente significa aumentar la rapidez en el tiempo. En el lenguaje de la Física, la aceleración es un vector que expresa el cambio del vector velocidad en el tiempo. (L2)

Ningún libro da cuenta explícitamente de la dependencia del significado de los conceptos con el contexto al que se aplica y el por qué de esa dependencia. Está ausente toda referencia al hecho de que si un término es recogido por la ciencia del lenguaje ordinario se lo transforma y precisa incluyéndolo en esquemas teóricos.

Si bien se distinguen los significados otorgados a algunos conceptos en ambos ámbitos, en algunos textos (L1, L4, y L5) se advierte:

– *Asimilación de conceptos de la Física a ideas empleadas en la vida cotidiana.*

Identificamos frases donde se asimilan los significados de conceptos en ambos ámbitos en la presentación de diversos temas, en actividades, en síntesis, en resúmenes de capítulos. Son significativos en L5 (35 citas), en menor medida en L4 (19 citas) y en L1 (3 citas).

Por ejemplo al desarrollar la idea de inercia, se señala:

Puedes pensar en la inercia como sinónimo de pereza (o de resistencia al cambio). (L5)

Es el concepto de fuerza al que más se le atribuyen significados que se corresponden con los otorgados en la vida cotidiana. Por ejemplo, se vincula la idea de fuerza -como señalan desde hace tiempo investigadores (Viennot, 1996, entre muchos otros)- con el esfuerzo muscular y con la acción de empujar o se lo piensa como una propiedad intrínseca de los cuerpos a la que se le asigna un carácter material, algo que los cuerpos poseen y que les permite hacer algo. Por ejemplo, a modo de comentario se lee:

Dicho en forma más sencilla, una fuerza es un empuje o un tirón. (L5)

En el enunciado de una actividad se plantea:

Cuando tu mano abre el grifo del agua, ésta fluye hacia afuera. ¿Tu empuje sobre el grifo y la fuerza del agua que fluye constituyen un par de acción-reacción? Defiende tu respuesta. (L5)

Se han detectado errores conceptuales que dan cuenta de la asimilación de conceptos científicos y cotidianos detrás de los que subyacen concepciones alternativas a las científicas actuales que en múltiples trabajos de investigación fueron identificadas en estudiantes y en libros de textos. Se destaca el vínculo inadecuado entre fuerza y velocidad. A modo de ejemplo en L1, L5 y L4 se relaciona la fuerza con el movimiento, en lugar de vincularla con el cambio en el movimiento.

#### *– Indiferenciación de conceptos afines*

Aparecen numerosas ideas en L4 y L5 y algunas en L1, que dan cuenta de una indiferenciación de conceptos científicos afines. En el tratamiento de la cinemática se observa en L4 confusiones entre conceptos tales como: distancia-posición, distancia-desplazamiento, desplazamiento-posición, velocidad instantánea-velocidad media, aceleración promedio-aceleración media. En el desarrollo de la dinámica se aprecia en diversos apartados de los libros L4 y L5 la cuestionada idea de que “la masa es una medida de la inercia”. o se considera a la inercia como una fuerza, entre otras.

### **Vínculos de los conceptos con la “realidad”**

Las frases que aparecen en los libros lejos están de ideas cercanas al marco teórico adoptado para la investigación, que sostiene que los conceptos surgen del interjuego entre “una actividad mental creativa/modeladora” y la “observación” del comportamiento de la naturaleza. En la mayoría de los libros se hace referencias a que los conceptos científicos -tales como fuerza, inercia, aceleración, velocidad- están en la naturaleza (L1, L3, L4, L5): se perciben a través de los sentidos y/o se descubren.

Encontramos afirmaciones como:

La inercia del movimiento se ve con claridad en los móviles a colchón de gas ... (L3)

Se puede apreciar la fuerza sobre un imán que se adhiere a la heladera..... (L1)

Preguntas que plantean:

¿Cómo influyó la teoría de Galileo en el descubrimiento de la gravedad? (L1)

Se confunden los hechos con ideas construidas para interpretarlos: no se “percibe” la inercia, la fuerza, la gravedad; estos son conceptos útiles para interpretar fenómenos.

La mayoría de los textos (L2, L3, L4, L5) brindan espacios donde se caracterizan aspectos de la ciencia o del conocimiento científico que podríamos ligar con reminiscencias del empirismo científico, articuladas en algunos casos con el falsacionismo popperiano. En estos espacios están prácticamente ausentes referencias a características relacionadas con los conceptos científicos, puntualmente al vínculo entre los conceptos y la “realidad”. Sólo el libro L2 aborda, desde una perspectiva con elementos de la concepción kuhniana de la ciencia, aspectos vinculados con las teorías dando cuenta que no son copia de la realidad y que existe en su elaboración un acto creativo que va más allá de los datos empíricos, abriendo un espacio para dar lugar al hecho de que las observaciones no están nunca desprovistas de teoría. En el tratamiento del cambio de teorías en el campo de la Física se refiere a nuevas interpretaciones para conceptos tales como el espacio y el tiempo.

## CONCLUSIONES

A lo largo del desarrollo de este trabajo hemos intentado revelar cómo se posicionan epistemológicamente respecto de la naturaleza de los conceptos científicos fácticos cinco propuestas de enseñanza de la Física de diferentes editoriales. Los resultados obtenidos en este estudio exploratorio muestran que, a excepción del L2, los libros de textos presentan limitaciones vinculadas con la naturaleza epistemológica de los conceptos científicos. En ese sentido se observan escasas referencias a características relevantes de los mismos, así como una falta de consideración de la dependencia del significado de los conceptos del contexto al que pertenecen y una visión inapropiada del vínculo entre los conceptos y la “realidad”. Se advierten también serias limitaciones de índole conceptual que podrían estar vinculadas a visiones epistemológicas inapropiadas.

Estas limitaciones detectadas en los materiales analizados podrían incidir negativamente en el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Compartimos con Moreira (2008) el hecho de que los conceptos son importantes en el pensar, en el sentir y en el hacer; son fundamentales en la comprensión humana, en el desarrollo científico, en el desenvolvimiento cognitivo. Consecuentemente los conceptos deben también ser claves en la enseñanza, en el aprendizaje y en el currículo. Sin embargo los conceptos son los grandes olvidados y subestimados en la educación científica y hay que revertir esta situación tanto en una educación para la ciudadanía como en la preparación de futuros científicos. Al respecto quisiéramos plantear la necesidad de profundizar la vigilancia epistemológica de los conceptos (Bachelard, 1948) en el aula.

Muchas veces con el afán de hacerlos asequibles se los presenta vinculándolos con ideas cotidianas, sin establecer las diferencias sustanciales entre el significado de las conceptualizaciones según el ámbito, sin hacer explícita la distinción entre hechos e ideas para interpretarlos.

Considerando la relevancia de una adecuada comprensión de la naturaleza de las ciencias en la formación de los estudiantes y a la vista de las serias limitaciones que se vienen señalando en los libros de textos, creemos fundamental incidir en la formación inicial y permanente de los docentes mediante acciones que favorezcan la formación adecuada en este campo.

## BIBLIOGRAFÍA

- BACHELARD, G. (1948). *La formación del espíritu científico*. México: Siglo XXI.
- BUNGE, M. (1980). *La investigación científica*. Barcelona: Ediciones Ariel.
- CAMPANARIO, J. y OTERO, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, concepciones epistemológicas y estrategias metacognitivas de alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 155-169.
- MOREIRA, M. (2008). Conceptos en la educación científica: ignorados y subestimados. *Revista Querriculum*, 9-26.
- PERALES, F. J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1), 13.
- PIAGET, J. y GARCÍA R. (1982). *Psicogénesis e historia de la ciencia*. México: Siglo XXI.
- PORLÁN, R., RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 271-288.
- POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Editorial Morata.
- RODRÍGUEZ PINEDA, D.P. y LÓPEZ y MOTA A.D. (2005). ¿Son las concepciones epistemológicas y de aprendizaje de los profesores de ciencias, conceptual y contextualmente de carácter constructivista? *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra, VII Congreso*, 1-7.
- SOLAZ-PORTOLÉS, J.J. (2008). Concepciones de los estudiantes e historia de la ciencia: El caso del concepto de vacío. [www.cs.phs.uoa.gr/en/staffvosniadou.html](http://www.cs.phs.uoa.gr/en/staffvosniadou.html).
- SOLAZ-PORTOLÉS, J. (2010). La naturaleza de la ciencia y los libros de texto de ciencias: una revisión. *Educación XXI*, 13 (1), 65-80.
- VIENNOT, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics, *European Journal of Science Education*, 1, 205-221.
- WAINMAIER, C., SPELTINI, C. y SALINAS, J. (2011). Conceptos y relaciones entre conceptos de la mecánica newtoniana en estudiantes que ingresan a la universidad. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 10 (1), 133-152.
- WAINMAIER, C., SPELTINI, C. y FLEISNER, A. (2014). Conceptos métricos y enunciados en física: ideas de los docentes. *Revista de Educación de la Física*, 26, 295-307.